干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

doi:10.12118/j.issn.1000－6060.2018.04.27

回族聚居地区新建型城镇空间增长格局研究
——以宁夏吴忠市红寺堡镇为例①

范丽娟[1]， 李鸣骥[2]， 田广星[1]， 白林波[1]， 孔福星[1]
（1 宁夏大学资源环境学院，宁夏 银川 750021； 2 宁夏大学西部发展研究中心/经济管理学院，宁夏 银川 750021）

摘 要：回族聚居地区新建型城镇一般是指西北民族地区在扶贫工程、生态移民工程、大村庄合并等补齐短板的小康社会建设中，在适宜生产生活区域建设的回族人口占比较大的新城镇，其受政府行为和城镇规划影响深刻，与普通城镇的空间自组织与他组织相结合增长过程有着明显区别。以宁夏中部扬黄新灌区吴忠市红寺堡镇为例，利用2005年、2010年和2016年3期遥感影像，运用土地利用动态度模型、空间自相关模型和核密度估算等方法，探讨回族聚居地区新建城镇的空间增长格局特征。结果表明：(1) 红寺堡镇从早期居住用地占主体的用地模式逐步转变为居住—工矿仓储—公园绿地为主导的复合型用地模式，红寺堡镇作为新建城镇，城镇空间增长初期主要以公共服务与基础设施用地、商服用地、城市院落用地为主形成城市核心区，呈星型原始增长模式；随着城镇人口的增多，城镇空间增长速度加快，空间呈现轴带状及跳跃式的混合拓展增长，在城镇规划引导下，用地类型中公园与绿地等生态用地、以高层建筑为主的住宅小区和工矿仓储用地占比显著上升，用地模式逐渐向复合型用地模式转变。(2) Global Moran's *I* 指数研究显示，经过近10多年的城镇建设，尤其是在科学合理的城镇规划作用下，各用地类型的空间自相关在逐渐增强，空间格局呈现集聚态势；基于3次城镇规划及土地利用规划，以功能性用地的混合布局为特征，城镇用地的总体格局没有发生剧烈变化，仅在原有基础之上进行了微调，城镇空间增长趋于稳定，用地类型、用地结构比例趋于合理，新型小城镇建设成效初见端倪。(3) 作为回族聚居小城镇，红寺堡镇区清真寺空间分布格局变化较小，总体呈现西南部相对密集，东北部相对稀少的特征，与各个时段内农业聚落大范围分布有密切关系；近些年镇区出现清真寺由低密度蔓延态势向高密度蔓延转变，这种变化主要受教派体系较多的回族文化特征影响，空间分布与各教派教众人口分布的随机性有较高的一致性。

关 键 词： 新建城镇；空间增长；回族聚居；红寺堡镇
中图分类号： TU984.11 **文献标识码**：A **文章编号**：

随着我国城镇化的快速发展，城镇的数量、规模、空间形态、内质结构等都发生了相应的变化，空间增长作为城镇扩展的主要形式，是城镇空间在一定时期内规模、要素、结构、峰谷形态等方面发生变化，而呈现出城镇增长的空间模式与作用机制[1]。国内外学者对于城市空间增长的时空动态变化过程开展了大量的研究工作，从多视角、不同空间尺度分析城市空间增长的复杂性、动态性、规律性。研究内容主要侧重于城市空间增长的模式与特征[2－3]、城市空间增长方式[4]、城市空间增长的动力机制[5－6]、城市空间增长模拟与预测[7]、城市空间增长边界[8]、公共基础设施与城市空间增长的关系[9－10]等方面；研究尺度主要包括国家、市、县(区)和村镇等；研究区域主要侧重于沿海地区、大中城市等经济发展较快地区，如北京、上海、广州等[11－13]；研究方法上，在RS和GIS技术的支持下，借助分形维数[14]、计量经济学模型[15]、CA模型[16]，Markov链模型[17－18]、城市进化树[19]、多主体建模[20－21]、

① 收稿日期：2017－12－27； 修订日期：2018－04－25
基金项目：国家自然科学基金项目(41561037)；宁夏自然科学基金项目(NZ14031)；宁夏大学西部一流建设学科“理论经济学”(NXYLXK2017B04)部分研究成果
作者简介：范丽娟(1994－)，女(汉族)，硕士研究生，甘肃庆阳人，研究方向为城乡规划与土地资源管理. E-mail:919852349@qq.com
通讯作者：李鸣骥(1972－) 男(回族)，副教授，宁夏同心县人，研究方向为城市与区域规划. E-mail:30288119@qq.com

SLEUTH 模型[22]等方法，这些新方法从多维、多类型、复杂系统结构等诸多方面进行城市空间增长探讨[23]，城市空间增长模型逐渐从静态模型向时空动态模型转变，并逐渐形成基于微观个体行为的动力学模型[24]，这极大的丰富了城市空间增长研究的范围和深度。纵观当前有关城市空间增长的研究，研究尺度上偏重于大中城市等宏观尺度，针对新建城镇空间增长的研究较少涉猎，对于西部地区民族聚居型新建城镇的研究则更为鲜见；研究内容上侧重于城市空间增长的模式与动力机制研究，而通过定量模型揭示了城镇空间增长格局特征的研究相对薄弱。

新建型城镇是指通过科学合理的城镇规划引导，在适宜人类生活生产的地区建设的新城。近些年来，作为补齐短板的小康社会建设重要内容，宁夏先后实施了“八七”扶贫攻坚工程、吊庄移民、生态移民扶贫工程和精准扶贫工程，将六盘山连片特困地区的部分生活贫困、生产困难的农业人口搬迁至生活、生产条件较好的地区，建设了一部分新城镇，其中部分是回族聚居型城镇。回族聚居型新建城镇空间增长具有鲜明的新城镇和民族特色，研究与分析其空间增长格局特征及规律，厘清其空间演化作用机制，对于西北部地区城镇建设具有重要的理论与实践意义。

1 研究区概况

宁夏吴忠市红寺堡区是2000年前后，在宁夏中部干旱带亘古荒原上建设的我国规模最大扬黄灌溉生态移民安置区。红寺堡区（105°43′～106°14′E，37°28′～37°37′N）东西长约 80 km，南北宽约 40 km，面积 2 767 km^2。辖新民街道、红寺堡镇、太阳山镇、大河乡、柳泉乡和新庄集乡 1 街道 2 镇 3 乡，是宁夏回族人口聚居较多的县（区）。红寺堡镇是红寺堡区人民政府驻地，是以酿酒葡萄种植、枸杞种植、药材加工等为支柱产业，回族商贸业发达的移民新城镇（图 1）。截止 2016 年底，全镇总人口 92 150 人，其中回族 52 525 人，占总人口的 57%，农业人口 59 830 人，占总人口的 65%；完成地区生产总值为 2.88×10^8 元，同比增长 14%，城镇居民可支配收入达到 15 776 元，同比增长 15.1%。

2 数据与方法

2.1 数据来源与预处理

研究数据包括社会经济数据、土地利用数据等。其中社会经济数据来自《宁夏统计年鉴 2017》、《吴忠市国民经济与社会发展统计公报 2016》，土地利用数据从遥感影像中获得。采用2005年、2010年

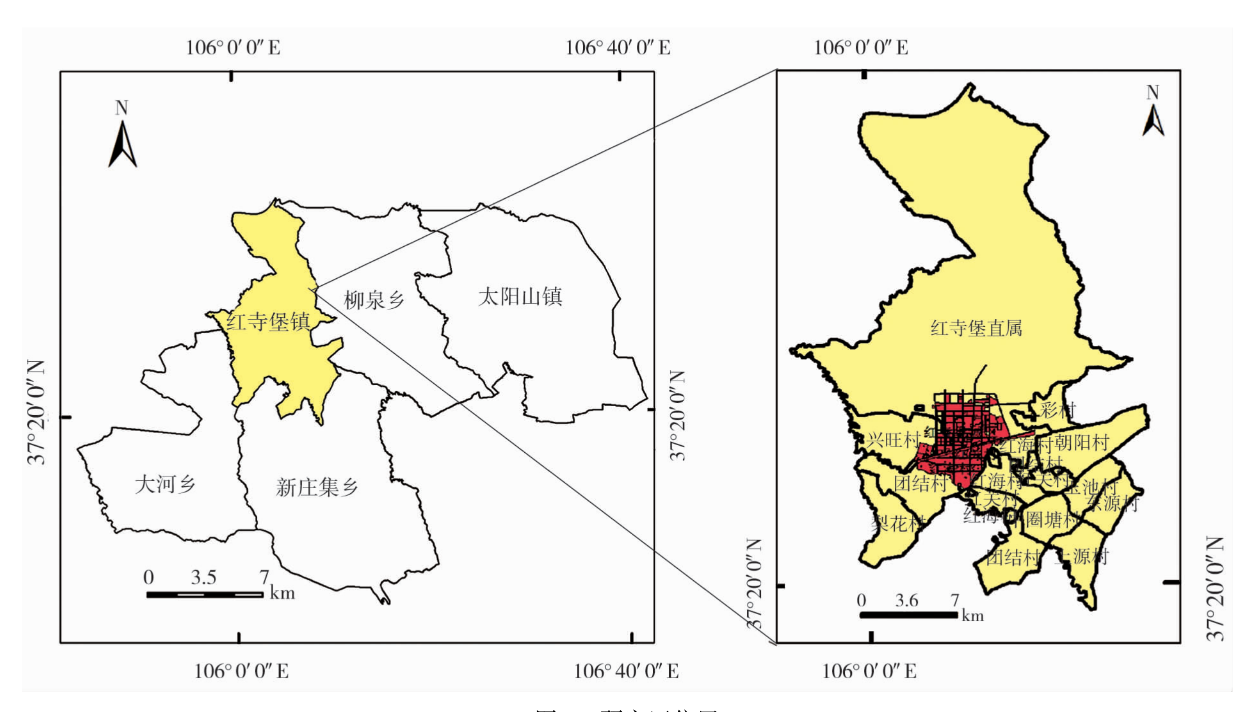


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location of study area

和2016年3个时相的SPOT5、P6、高分一号2 m分辨率遥感影像数据,以1∶45 000乡镇边界图等为基准,采用最近邻算法进行几何精度校正,几何校正误差控制在1个像元之内;在ERDAS软件下进行图像拉伸、增强,突出纹理特征,通过监督分类和目视判读相结合的方法提取研究区的城镇用地。根据研究区的现状特点和发展趋势,结合《土地利用现状分类》(GB/T21010－2017)和《城镇土地利用分类标准》(CG5002－94),将提取的城镇用地划分为以下9类,包括住宅小区、公共管理与服务用地、公园与绿地、农村住宅、商服用地、城市院落、工矿仓储用地、清真寺和街巷用地,遥感影像分类解译精度均达到85.25%,Kappa系数为0.8,能够满足研究需要。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用动态度模型 动态度模型用来分析一定时间范围内某种土地利用类型变化的剧烈程度。为充分反映红寺堡镇城镇土地利用的动态演变过程,本文分别采用单一土地利用动态度和综合土地利用动态度对其进行土地利用变化分析,主要计算公式为:

(1)单一土地利用动态度

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\% \quad (1)$$

式中:K为单一土地利用动态度;U_a和U_b分别为研究初期及末期某种土地利用类型的面积;T为研究时段。

(2)综合土地利用动态度

$$LC=\frac{\sum_{i=1}^{n}\Delta LU_{i-j}}{2\sum_{i=1}^{n}LU_i}\times\frac{1}{T}\times100\% \quad (2)$$

式中:LC为综合土地利用动态度;ΔLU_i为初期第i类土地利用类型的数量;ΔLU_{i-j}为时段内第i类土地利用类型转变为非i类土地利用类型面积的绝对值;T为研究时段。

2.2.2 空间自相关模型 空间自相关是描述某种要素的属性值与相邻空间的属性值是否有显著关联,通过对事物的空间分布格局进行描述,从而揭示研究对象的空间相互作用机制。Global Moran's I指数用来反映某一要素整体分布状况,以此来判断该要素是否在空间上集聚。本文选取最常用的全局Moran's I指数来测度城镇土地利用的空间格局特征,其计算公式为:

$$I=\frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}(X_i-\bar{X})(X_j-\bar{X})}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(w_{ij})\ \sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X})} \quad (3)$$

式中:X_i和X_j分别为区域i和j的观测值;W_{ij}为空间权重矩阵;n为样本总数。

2.2.3 核密度估算 核密度估算(Kernel Density Estimation, KDE)是GIS中常用的一种统计方法,通过对区域中每个要素点建立一个平滑的圆形表面,基于数学函数计算出某要素点到参考位置之间的距离,再对参考位置进行表面求和,建立所有点的峰值和核来创建一个平滑的连续表面[25]。用核密度来估算清真寺斑块分布密度的空间特征,通过不同时期清真寺用地斑块空间分布密度的比较,来判断清真寺用地斑块分布格局的变化。其计算公式如下:

$$f(x)=\frac{1}{nh}\sum_{i=1}^{n}K(\frac{d_i}{h}) \quad (4)$$

式中:$f(x)$为核密度估算值;n为样本数量;h为带宽或平滑参数;K为核函数;d_i为距i个观测点的距离。

3 结果分析

3.1 城镇土地利用时空变化特征

根据3期遥感影像数据的分类结果,统计出2005—2016年红寺堡镇3个时期的土地利用数据特征值(表1)。表1所示,红寺堡镇城镇用地从2005年的1 108.65 hm^2增加到2016年的1 905.94 hm^2,城镇用地内部变化最大的是公园与绿地,从2005年的35.94 hm^2上升到2016年的180.95 hm^2,住宅用地和工矿仓储用地分别上升了124.16 hm^2和110.43 hm^2。另外,除农村住宅、商服用地和城市院落用地的比重降低之外,其他城镇用地类型所占比重增加,用地功能更加多元化,以居住用地为主的用地模式逐步转向居住—工矿仓储—公园绿地为主导的复合型用地模式。红寺堡镇作为新建城镇,初期城镇建设主要以公共服务与基础设施用地、商服用地、城市院落为主体,形成城镇的初始星型核心区;随着城镇人口集聚规模扩大,城镇空间增长速度加快,在城镇规划引导下,公园与绿地等生态用地、以高层建筑为主的住宅小区以及工矿仓储用地规模显著上升。城镇单一土地利用动态度在2005—2010年多发生剧变,综合土地利用动态度从3.71%减少至1.80%。2010—2016年期间城镇单一土地

动态度相对较小,部分如以平房和大院为构成特征的城市院落面积略有下降,表明红寺堡镇城镇用地结构在城镇规划的有效管控下,对"短板"功能用地类型进行了有效的建设补充,城镇用地类型更加合理。

由图 2 所示,公园与绿地增加幅度最大的地区主要分布在中部沿交通轴线附近,基于 2005 年、2010 年、2015 年等多期城镇总体规划修编,以道路两侧绿化、5 个公园等为点线面结合的公园、绿地组合结构,增加趋势呈中心向四周扩散的趋势;2005 年住宅小区零星分布,到 2016 年明显增多,主要分布在北部;公共管理与服务用地因红寺堡区大量行政部门和事业单位北迁主要集中在北部边缘地带;2016 年红寺堡镇农村住宅用地所占比重在逐步减少,用地主要分布在南部;红寺堡镇街巷用地,通过近年来基础设施建设,网格状道路系统日臻完善;清真寺用地作为民族型城镇的宗教文化用地类型,是红寺堡镇用地类型中最少的,以点状空间分布形态散布于镇区南部的农村村落。

3.2　城镇空间增长格局变化

为描述红寺堡镇城镇用地空间增长特征,借助 ArcGIS10.1 中的分析工具得到研究区城镇用地空间增长演化图(图 3)。由图 3 可以看出,红寺堡镇以盐兴公路为界,南北用地农业聚落与镇区空间特色迥异。各类公共管理与服务用地、公园与绿地和住宅小区用地向北发展趋势明显,镇区空间增长呈现以滚红高速为主要发展轴向北填充扩展,随着城镇网格状道路的逐步建设完善,并在城镇规划初期预留了各类城镇用地,南部则主要以农业村落为主体。红寺堡镇在城镇北部建立以慈善产业为主的弘

表 1　2005—2016 年研究区土地利用变化

Tab. 1　Land use change of study area from 2005 to 2016

用地类型	2005		2010		2016		2005—2010 动态度 /%	2010—2016 动态度 / %
	面积 / hm^2	占比 / %	面积 / hm^2	占比 / %	面积 / hm^2	占比 / %		
住宅小区	9.69	0.87	65.51	4.31	133.85	7.02	115.21	17.39
公共管理与服务用地	71.38	6.44	138.73	9.13	211.00	11.07	18.87	8.68
公园与绿地	35.94	3.24	106.26	6.99	180.95	9.49	39.14	11.71
农村住宅	645.78	58.25	719.37	47.34	774.28	40.62	2.28	1.27
商服用地	107.08	9.66	114.87	7.56	120.70	6.33	1.45	0.85
城市院落	90.06	8.12	97.49	6.42	92.09	4.83	1.65	-0.92
工矿仓储用地	19.07	1.72	82.23	5.41	129.50	6.79	66.24	9.58
清真寺	10.98	0.99	13.40	0.88	20.25	1.06	4.41	8.52
街巷用地	118.67	10.70	181.81	11.96	243.32	12.77	10.64	5.64
合计	1 108.65	100.00	1 519.67	100.00	1 905.94	100.00	-	-

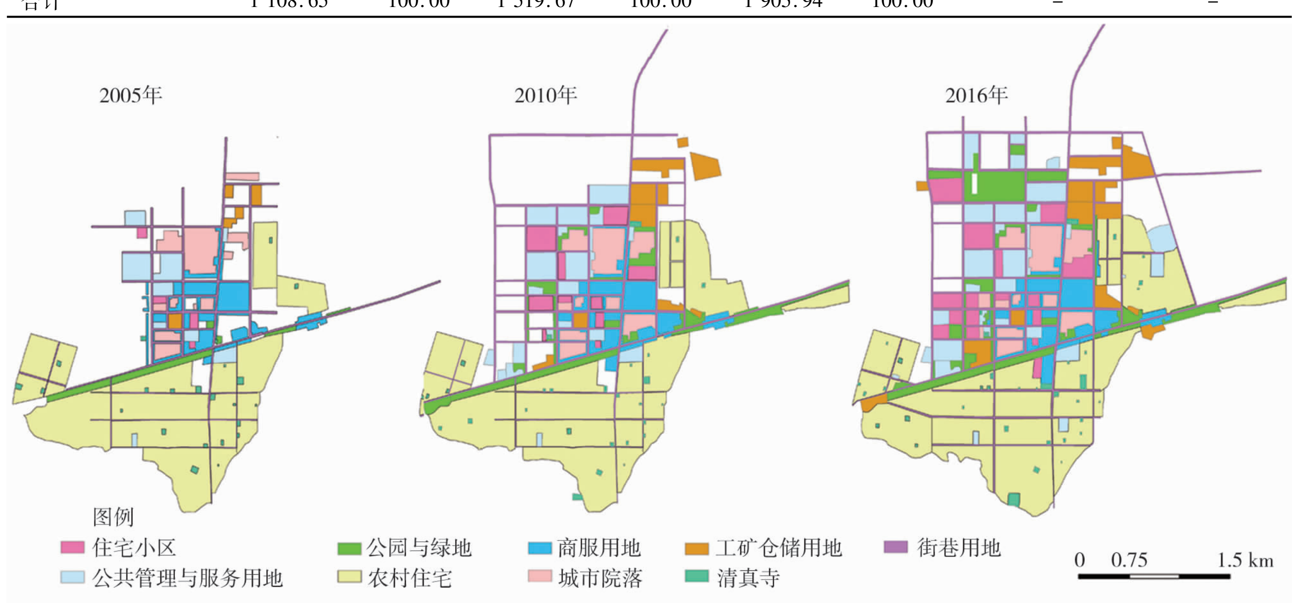


图 2　2005—2016 年研究区用地类型空间分布图

Fig. 2　Spatial distribution of land use types in study area from 2005 to 2016

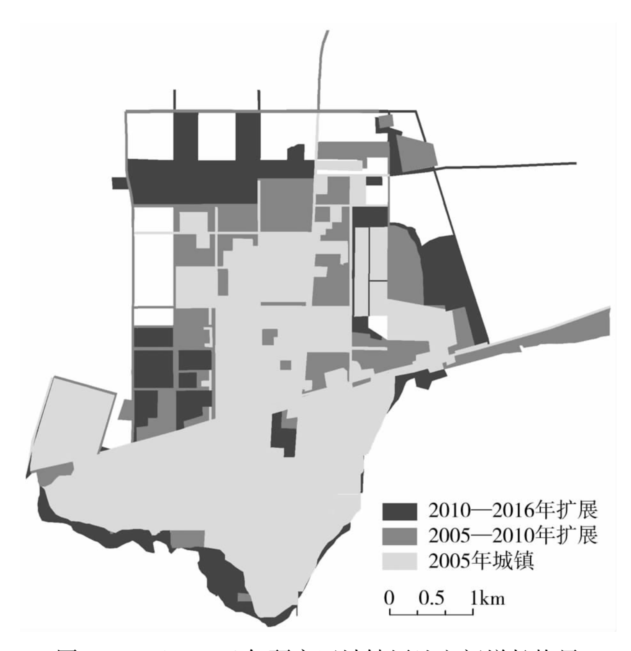


图 3 2005—2016 年研究区城镇用地空间增长格局

Fig. 3 Spatial growth of town in study area from 2005 to 2016

德工业园区等产业园,吸纳各类劳动密集型产业入园形成集聚经济发展模式,避免了小型工业遍地开花和破碎化发展;商服用地在自发性集聚经济利益驱动下,主要依托盐兴公路、滚红高速深入镇区部分道路等轴线交汇核心区发展;城市院落在土地集约利用水平的限制下逐步减少,目前多分布于镇区核心区周边。

从红寺堡镇空间增长格局来看,城镇空间增长明显不同于普通城镇的空间增长格局。首先,政府行为和城镇规划从城镇发展初期就已限定了目前城镇发展的空间格局。城镇建设以规划为蓝图,在核心用地固化后,其他用地城镇发展过程中不断填充;其次,城镇规划发展方向、城镇发展主轴、引黄灌渠布局决定着城镇空间增长的方向;同时,城镇用地类型在规划引导下,用地功能区分布合理,部分用地不断进行自组织调整。城镇商服用地和农业村落的扩展即表现为自组织与他组织共同作用的耦合发展模式,商服用地在初期建设过程中就自发占据了优势区位,不断优化用地结构;同时,南部近郊农业村落则随着移民安置、大村庄合并等政策得以发展,但主体结构变化程度不大。

本文基于 GeoDA 软件,以红寺堡镇城镇用地结构类型作为基本单元,测量出 2005—2016 年城镇用地结构类型的全局 Moran's I 测算值(表 2)。通过 Z 值检验,Global Moran's I 指数在 0.1% 的显著水平上城镇用地结构在不同时期均呈现出正相关,表

表 2 红寺堡镇城镇土地利用的全局 Moran's *I* 指数

Tab. 2 Global spatial autocorrelation index of land use in Hongsibu Town

年份	2005	2010	2016
Moran's I	0.268 0	0.636 6	0.704 0
$E(I)$	−0.160 4	−0.160 4	−0.160 4
$Z(I)$	2.1	2.79	3.14
$P(I)$	0.001	0.001	0.001

明城镇用地结构相对集聚空间分布,呈现高—高(低)的集聚模式。2005—2016 年城镇用地结构的 Global Moran's I 值呈现不断的上升趋势,从 2005 年的0.268 0增加到 2010 年的 0.636 6,继而到 2016 年的 0.704 0,这说明自 2005 年以来,城镇用地结构类型的空间自相关显著增强,空间呈现集聚态势,这种集聚态势一定程度上是城镇规划引导的结果。另外,从 2010—2016 年,全局 Moran's I 值的变化幅度较小,这说明基于前期城镇规划的有效管控和建设,城镇用地结构类型的分布格局未产生剧烈变动,仅在原来分布格局基础之上对部分功能区用地进行了短板修正和优化,空间分布总体格局较为稳定。

3.3 城镇空间增长的民族特色驱动

清真寺的空间分布与回族社区分布的耦合关系是回族聚居城镇主要文化特色之一。借助 ArcGIS10.1 平台,利用 Feature to point 模块分别提取 2005 年、2010 年和 2016 年清真寺斑块分布的中心点,再采用核密度估算来分析清真寺斑块分布密度的空间特征。根据红寺堡镇清真寺用地核密度估计分布图(图 5)可以看出,2005—2016 年清真寺斑块空间分布格局较为相似,呈现西南部相对密集,东北部相对稀少,清真寺一般分布于近郊农业村落交通比较便利、人口相对集中区域。这种清真寺的空间分布主要与教派教众的分布空间,回族移民的增多有密切关系,空间分布与各教派教众人口分布的随机性有较高的一致性,但其分布的合理性与否值得深入研究。2005—2016 年城镇清真寺核密度估值越来越高,说明清真寺空间分布呈现密度不断扩大的态势,从 2005 年的 23 座增加到 2016 年的 40 座,这种密度增大是各行政村回族农业人口密度不断上升的结果。红寺堡镇的回族人口分属伊赫瓦尼、格底目、赛莱菲、虎夫耶、哲合忍耶、嘎德林耶等各个教派,体现着红寺堡镇回族移民的迁出区教派多元化特色;清真寺数量的增加从另一个侧面说明了回族

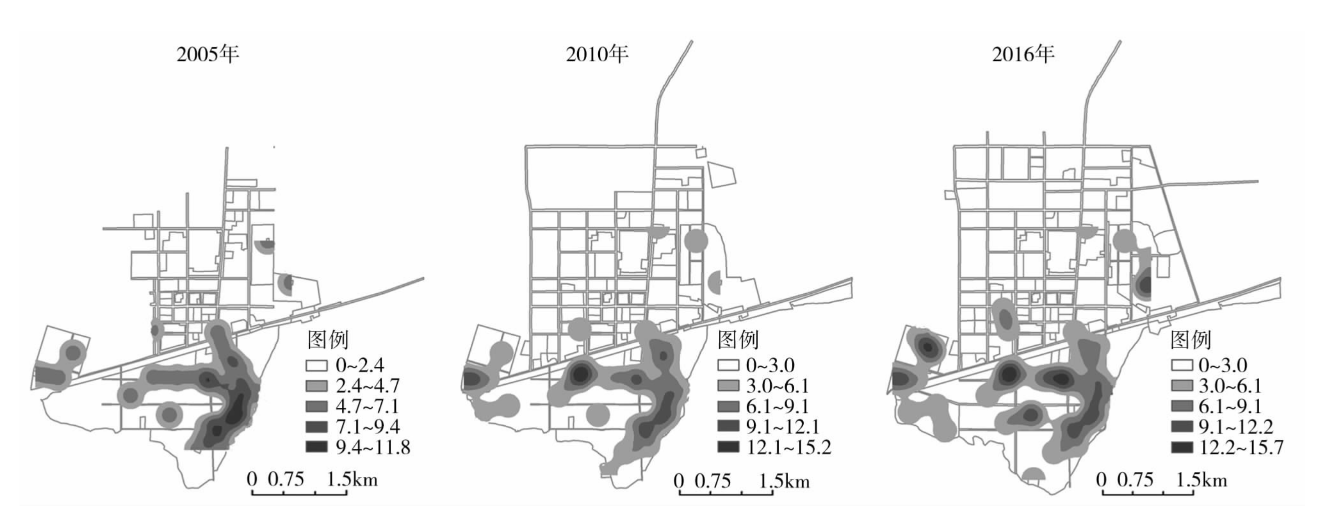


图 4 2005—2016 年红寺堡镇清真寺核密度分布图

Fig. 4 Density map of mosques in Hongsibu Town from 2005 to 2016

贫困移民经济生活水平有了实实在在的提高。

4 结 论

(1)红寺堡城镇用地从 2005 年的 1 108.65 hm^2 增加到 2016 年的 1 905.94 hm^2,除农村住宅、商服用地和城市院落用地的比重降低之外,其他主要用地类型随着城镇规模的扩大均有明显增长,用地功能更加多元化,以居住用地为主的用地模式逐步转向居住—工矿仓储—公园绿地为主导的复合型用地模式。城镇空间增长趋于稳定,用地类型、用地结构比例趋于合理,新兴城镇规模初见端倪。镇区空间增长呈现向北渐进填充扩展趋势,功能性组团用地类型逐步填充规划预留用地和城镇内部空间的留白区。

(2)2005—2016 年红寺堡镇城镇用地结构类型的 Global Moran's I 值呈现不断的上升趋势,从 2005 年的 0.268 0 增加到 2010 年的 0.636 6,继而到 2016 年的 0.704 0。说明城镇用地结构类型的空间自相关显著增强,空间呈现集聚态势,这种集聚态势一定程度上是城镇规划引导作用的结果。从这个意义上看,科学合理的城镇规划是新建型城镇发展的基石。在建设初期,通过持续的滚动规划,对城镇的发展方向和用地结构的合理性进行有效校正,管控城镇空间增长规模和空间增长方向,重视城镇生态建设用地的空间布局,促进低碳绿色的城镇发展模式。

(3)2005—2016 年红寺堡镇区清真寺斑块空间分布格局较为相似,呈现西南部相对密集,东北部相对稀少,与各个时段内农业聚落分布有密切的关系,镇区清真寺空间分布的密集化,体现着红寺堡镇回族移民来源于宁夏南部地区的多元化教派特色;同时也表明回族贫困移民随着生态移民工程,扶贫工程的深入实施,经济生活水平有了实实在在的提高。近年来清真寺由低密度蔓延态势向高密度蔓延转变,这种清真寺的空间分布主要与教派教众的分布空间、回族移民的增多有密切关系,空间分布与各教派教众人口分布的随机性有较高的一致性,但其分布的合理性值得深入研究与探讨。

(4)红寺堡镇在持续的城镇规划引导下,用地结构布局相对合理,空间增长与土地混合利用组团填充科学有序。在未来的城镇空间增长过程中,应继续以城镇规划为指导,进一步推动城镇空间增长的集约发展、紧凑发展,提高城镇各类用地集约化水平,不断探索城镇土地高效利用模式。结合城镇空间发展战略需求,进一步加强以城镇主干道为轴,功能性组团特征鲜明城镇空间增长格局,促进城镇空间的可持续性增长模式形成。

参考文献(References)

[1] WEBSTER C. Pricing accessibility: Urban morphology, design and missing markets[J]. Progress in Planning, 2010, 73, 77 - 111.

[2] 张振龙,顾朝林,李少星. 1979 年以来南京都市区空间增长模式分析[J]. 地理研究, 2009, 28(3): 817 - 828. [ZHANG Zhulong, GU Chaolin, LI Shaoxing. Analysis of spatial growth model in Nanjing metropolitan district since 1979[J]. Geographical Research, 2009, 28(3): 817 - 828]

[3] 周春山,叶昌东. 中国特大城市空间增长特征及其原因分析[J]. 地理学报, 2013, 68(6): 728 - 738. [ZHOU Chunshan, YE

Changdong. Spatial growth characteristics of Chinese megacities and their causes[J]. Acta Geographical Sinica,2013,68(6):728 –738.]

[4] 顾朝林,甄峰,张京祥. 集聚与扩散:城市空间结构新论[M]. 南京:东南大学出版社,2000.[GU Chaolin,ZHEN Feng,ZHANG Jingxiang. Agglomeration and diffusion:New theories of urban spatial structure[M]. Nanjing:Southeast University Press,2000.]

[5] 洪世键,曾瑜琦. 制度变迁背景下中国城市空间增长驱动力探讨[J]. 经济地理,2016,36(6):67 –73.[HONG Shijian,ZENG Yuqi. Discussion on the driving force of China's urban spatial growth in the context of institutional change[J]. Economic Geography,2016,36(6):67 –73.]

[6] 吴启焰,陈辉,WU Belinda,等. 城市空间形态的最低成本—周期扩张规律:以昆明为例[J]. 地理研究,2012,31(3):484 –494.[WU Qiyan,CHNE Hui,WU Belinda,et al. The minimum cost-cycle expansion law of urban spatial morphology:A case study of Kunming in China[J]. Geographical Research,2012,31(3):484 –494.]

[7] 秦静,方创琳,王洋. 基于元胞自动机的城市三维空间增长仿真模拟[J]. 地球信息科学学报,2013,15(5):662 –671[QIN Jing,FANG Chuanglin,WANG Yang. Simulation of urban three-dimensional spatial growth based on cellular automata[J]. Journal of Geo-information Science,2013,15(5):662 –671.]

[8] 王玉国,尹小玲,李贵才. 基于土地生态适宜性评价的城市空间增长边界划定——以深汕特别合作区为例[J]. 城市发展研究,2012,19(11):76 –82.[WANG Yuguo,YIN Xiaoling,LI Guicai. Urban spatial growth boundary delimitation based on land ecological suitability evaluation:A case study of Shenshan special cooperation area[J]. Urban Development Research,2012,19(11):76 –82.]

[9] 雒占福,张瑞雪,梁炳伟,等. 基于协整分析的城市基础设施与城市空间增长关系研究——以兰州市为例[J]. 干旱区资源与环境,2015,29(11):55 –60.[LUO Zhanfu,ZHANG Ruixue,LIANG Bingwei,et al. A study on the relationship between urban infrastructure and urban spatial growth based on co-integration analysis:A case study of Lanzhou City[J]. Journal of Arid Land Resourses and Environment,2015,29(11):55 –60.]

[10] 洪世键,张京祥. 交通基础设施与城市空间增长——基于城市经济学的视角[J]. 城市规划,2010,34(5):29 –34.[HONG Shijian,ZHANG Jingxiang. Traffic infrastructure and urban space growth:A perspective based on urban economics[J]. Urban Planning,2010,34(5):29 –34.]

[11] 吴巍,周生路,魏也华,等. 中心城区城市增长的情景模拟与空间格局演化——以福建省泉州市为例[J]. 地理研究,2013,32(11):2041 –2054.[WU Wei,ZHOU Shenglu,WEI Yehua,et al. Situational simulation and spatial pattern evolution of urban growth in central urban area:A case study of Quanzhou City,Fujian Province[J]. Geographical Research,2013,32(11):2041 –2054.]

[12] CROOKS A,CASTLE C,BATTY M. Key challenges in agent-based modelling for geospatial simulation[J]. Computers,Environment and Urban Systems,2008,32(6):417 –430.

[13] 张有坤,樊杰. 基于生态系统稳定目标下的城市空间增长上限研究——以北京市为例[J]. 经济地理,2012,32(6):53 –58.[ZHANG Youkun,FAN Jie. Research on the upper limit of urban spatial growth based on the goal of ecosystem stabilization:A case study of Beijing[J]. Economic Geography,2012,32(6):53 –58]

[14] 关兴良,胡仕林,蔺雪芹,等. 武汉城市群城镇用地扩展的动态模式及其驱动机制[J]. 长江流域资源与环境,2014,23(11):1494 –1501.[GUAN Xingliang,HU Shilin,LIN Xueqin,et al. Dynamic pattern of urban land expansion and its mechanism in Wuhan urban agglomeration[J]. Resources and Environment in the Yangtza Basin,2014,23(11):1494 –1501.]

[15] 谢中凯. 基于多智能体的城市空间增长模型研究[D]. 南京:南京大学,2015.[XIE Zhongkai. Study on urban spatial growth model based on multi-agent [D]. Nanjing:Nanjing University,2015]

[16] BARREDO J I,DEMICHELI L,LAVALLE C,et al. Modelling future urban scenarios in developing countries:An application case study in Lagos,Nigeria[J]. Environment and Planning B:Planning and Design,2004,31(1):65 –84.

[17] HAN Yu,JIA Haifeng. Simulating the spatial dynamics of urban growth with an integrated modeling approach:A case study of foshan,China[J]. Ecological Modelling,2016,353. 107 –116.

[18] YANG Haibo,DU Longjiang,GUO Hengliang,et al. Tai'an land use analysis and prediction based on RS and Markov model[J]. Procedia Environmental Sciences,2011,10(PartC):2625 –2630.

[19] TAYYEB A,PIJANOWSKI B. C,PEKIN B. Two rule-based urban growth boundary models applied to the Tehran metropolitan area,Iran[J]. Applied Geography,2011,31(3):908 –918.

[20] ROBINSON D T,MURRAY-Rust D,RIESER V. Modelling the impacts of land system dynamics on human well-being:Using an agent-based approach to cope with data limitations in Koper,Slovenia[J]. Computers,Environment and Urban Systems,2012,36(2):164 –176.

[21] LAGARIAS A. Urban sprawl simulation linking macro-scale processes to micro-dynamics through cellular automata,an application in Thessaloniki,Greece[J]. Applied Geography,2012,34:146 –160.

[22] 詹云军,朱捷缘,严岩. 基于 SLEUTH 模型的城市空间动态模拟[J]. 生态学报,2017,37(14):2 –9.[ZHAN Yunjun,ZHU Jieyuan,YAN Yan. Dynamic simulation of urban space based on SLEUTH model[J]. Acta Ecologica Sinica,2017,37(14):2 –9.]

[23] EGENHOFER M J,JABICE Glasgow,OLIVER Günther,et al. Progress in computational methods for representing geographical concepts[J]. International Journal of Geographical Information Science,1999,13(8):775 –796.

[24] WILSON A G,蔡云龙. 地理学与环境—系统分析方法[M]. 北京:商务印书馆,1997.[WILSON A G,CAI Yunlong. Geography and environment:Methods of systematic analysis[M]. Beijing:The Commercial Press,1997.

[25] 师满江,颉耀文,卫娇娇,等. 基于遥感和 GIS 的农村城镇化进程分析及模式探索[J]. 农业工程学报,2015,31(5):292 –300.[SHI Manjiang,XIE Yaowen,WEI Jiaojiao,et al. Analysis of process and exploration of mode for rural urbanization based on remote sensing and GIS[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2015,31(5):292 –300.]

Spatial growth pattern of newly built town in Hui Nationality Areas：A case of Hongsibu Town in Wuzhong City of Ningxia

FAN Li-juan[1], LING Ming-ji[2], TIAN Guang-xing[1], BAI Lin-bo[1], KONG Fu-xing[1]

(1 *School of Resource and Environment of Ningxia University*, *Yinchuan* 750021, *Ningxia*, *China*; 2 *West Development Research Center of Ningxia University/school of Economics and Management*, *Yinchuan* 750021, *Ningxia*, *China*)

Abstract: The newly built towns in Hui nationality areas generally refer to the new towns with relatively large Hui nationality population ratio in the areas suitable for production and living due to the implementation of some projects, such as poverty alleviation projects, ecological migration projects and the amalgamation of large villages, which is deeply influenced by government behavior and urban planning, and is thus different from process of spatial self-organization in ordinary towns. This Paper took Hongsibu town at Wuzhong City of Ningxia, China as the typical research area, using 3 remotely sensed images from 2005, 2010 and 2016 respectively with the support of GIS technology and GeoDA software, using land use dynamic model, spatial autocorrelation model and kernel density estimation methods, analyzed the spatial growth pattern evolution of the newly built town. The results showed follows: (1) Hongsibu Town has been gradually changed from early residential land use model to a compound land use model dominated by the residential-industrial and mining warehousing-green park space. Hongsibu Town as a new town, the initial period of its urban space growth focused on public services and infrastructure land, commercial use land, urban courtyard land to construct the central urban district in a star growth model. With the increase of urban population and acceleration of urban spatial growth, the expansion of the space appeared in the shape of an axis band with salutatory changes and the ratio of the land use for the parks and green space of ecological land, residential areas with high-rise buildings and industrial and mining storage land has been increased significantly under the guidance of urban planning. The spatial growth of township showed a trend of filling and expanding northward, and various kinds of urban land were reserved in the early stage of town planning, agricultural villages were the main land use type in the south. (2) Global Moran's *I* index research showed the spatial autocorrelation of various types of land use in towns is gradually being increased and the spatial agglomeration situation appears. Characterized by the mixed layout of functional land, urban spatial growth tends to be stable; the land use type and land use structure ratio tend to be reasonable; the effect of construction new small towns starts to show up. (3) As the Hui population settlement town, Hongsibu had its spatial distribution pattern of mosques not change from 2005 to 2016, showing a relatively dense distribution in the southwest and a relatively sparse distribution in the northeast, which is closely related to the space distribution of agricultural population in every period. But in recent years there has been a trend for the mosque distribution to increase from the low density to high density, which is mainly influenced by the Hui culture with many religious sects. This spatial distribution is highly consistent with the population distribution of different denominations. The spatial growth of newly built towns of Hui nationality has distinct national characteristics. This paper studies and analyzes the characteristics and laws of the spatial growth pattern in Hongsibu, and clarifies the mechanism of its spatial evolution, which has important theoretical and practical significance for urban construction in northwestern region of China.

Key words: newly built town; spatial growth; Hui nationality; Hongsibu Town